

# Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme für die Herstellung wasserlöslicher Aminosäure-Dünger

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 18, 2026

**Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme** ist eine enzymatische Verarbeitungshilfe für die Herstellung wasserlöslicher Aminosäure-Dünger aus proteinreichen Rohstoffen. Das Enzym unterstützt die Hydrolyse von Proteinen zu kleineren Peptiden und freien Aminosäuren, die sich besser in flüssige oder feste wasserlösliche Dünger, Biostimulanzien und organisch-mineralische Formulierungen integrieren lassen <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio liefert dieses Produkt als **1-kg-Onlineartikel**. Enzymes.bio ist **Lieferant**, nicht Hersteller und nicht Labor; **CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert**.

## Was dieses Enzym in der Düngemittelherstellung leistet

Proteinreiche Rohstoffe wie pflanzliche Proteinfractionen, Sojamehl, Algen-, Fisch- oder andere organische Nebenströme enthalten chemisch gebundenen Stickstoff in Form langer Proteinmoleküle. Für wasserlösliche Aminosäure-Dünger sind solche Makromoleküle jedoch nur begrenzt geeignet: Sie können schlecht löslich sein, Trübungen oder Sedimente verursachen und lassen sich in Blattdüngern, Fertigation-Produkten oder Mikronährstoffformulierungen schlechter einsetzen als definierte Peptid- und Aminosäurefraktionen. Enzymatische Hydrolyse ist in der Proteinverarbeitung ein etablierter Weg, um Proteinstrukturen zu verändern, kleinere Fraktionen zu erzeugen und funktionelle Eigenschaften gezielt zu beeinflussen <sup>[1]</sup>.

Das Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme ist daher nicht als klassischer Nährstoff zu verstehen. Es liefert nicht primär Stickstoff, Phosphor oder Kalium, sondern katalysiert die Umwandlung des Rohstoffs. Der eigentliche Wert entsteht im Hydrolysat: Eine wässrige Fraktion mit kürzeren Peptiden und freien Aminosäuren kann für Aminosäure-Flüssigdünger, wasserlösliche Pulver oder organisch-mineralische Produkte weiterverarbeitet werden. Studien zur enzymatischen Hydrolyse von Sojabohnenmehl zeigen, dass Enzyme die Proteinstruktur messbar verändern und damit das Verhalten des Materials in nachgelagerten Anwendungen beeinflussen können <sup>[2]</sup>.

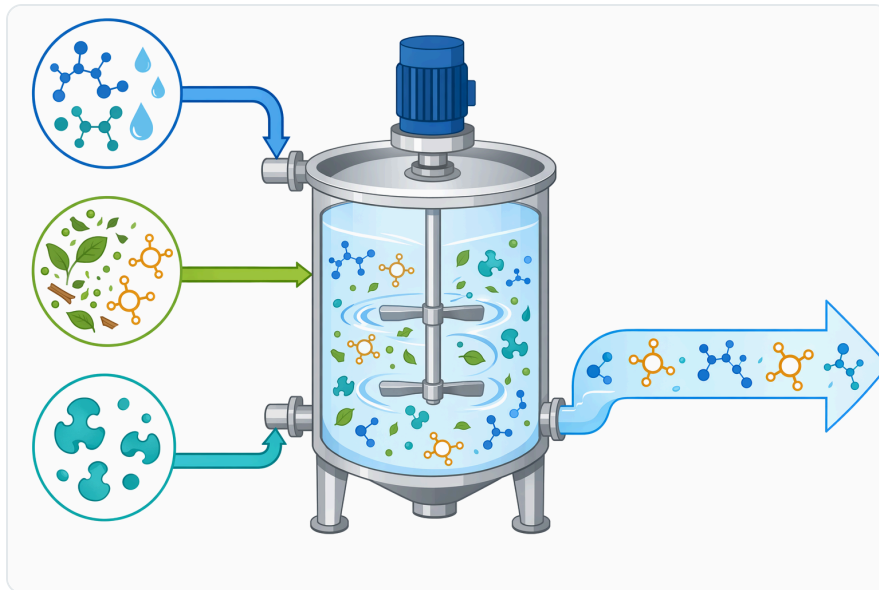
Für Formulierer ist diese Unterscheidung entscheidend. Ein Enzym kann die Zugänglichkeit des Proteins verbessern, aber es garantiert nicht automatisch eine bestimmte agronomische Leistung des Endprodukts. Die spätere Wirkung hängt vom Rohstoff, vom Hydrolysegrad, von Begleitstoffen, Stabilisierung, Kulturpflanze, Applikationsweg und Standortbedingungen ab. Die Produktkategorie der Aminosäure-Dünger wird in der Forschung mit Effekten auf Pflanzenwachstum, Ertrag und Bodengesundheit untersucht, aber die Ergebnisse sind kontextabhängig und nicht auf jede Formulierung übertragbar <sup>[3]</sup>.

## Biochemischer Mechanismus: Proteine werden zu Peptiden und Aminosäuren aufgeschlossen

---

Proteine bestehen aus Aminosäuren, die über Peptidbindungen zu langen Ketten verknüpft sind. Proteolytische Enzyme spalten diese Peptidbindungen durch Hydrolyse: Ein Wassermolekül wird chemisch genutzt, um die Bindung zwischen zwei Aminosäurebausteinen zu trennen. Je nachdem, wo das Enzym angreift, entstehen zunächst größere Peptidfragmente, anschließend kleinere Peptide und freie Aminosäuren. Genau dieses Prinzip wird in vielen Bereichen der Proteinverarbeitung eingesetzt, etwa bei pflanzlichen Proteinrohstoffen, tierischen Nebenströmen und marinen Ausgangsmaterialien <sup>[1]</sup>.

Der technische Nutzen ergibt sich nicht nur aus der Freisetzung einzelner Aminosäuren. Schon die Verkürzung der Proteinmoleküle kann die Dispergierbarkeit und Löslichkeit verbessern, weil große, gefaltete oder aggregierte Proteinstrukturen in kleinere, beweglichere Fraktionen zerlegt werden. Bei enzymatisch behandeltem Sojabohnenmehl wurde gezeigt, dass die Verarbeitung die Struktur und die Verdauungsdynamik verändert; für Düngemittel ist daran besonders der allgemeine Mechanismus relevant: Enzyme können komplexe Proteingerüste in zugänglichere Hydrolysate überführen <sup>[2]</sup>.



**Figure 1.** 이 효소는 아미노산 수용성 영양소와 유기 인 전환이 만나는 지점에서 촉매적 처리 성분으로 자리한다.

Die resultierende Hydrolysatzzusammensetzung ist rohstoff- und prozessabhängig. Ein kollagenreicher Nebenstrom erzeugt ein anderes Peptidprofil als Sojaprotein, Fischprotein oder Algenmaterial. Auch Fett, Mineralien, Faserbestandteile, Salzgehalt und natürliche Inhibitoren können beeinflussen, wie schnell und wie weit die Hydrolyse abläuft. Arbeiten zur enzymatischen Herstellung von Hydrolysaten aus Schweineleber und aus Fischrohstoffen zeigen, dass Substrat und Vorbehandlung die Eigenschaften der gewonnenen Hydrolysate stark prägen <sup>[4]</sup>.

In der Praxis wird deshalb nicht „ein Aminosäure-Dünger“ erzeugt, sondern ein spezifisches Hydrolysat aus einem konkreten Rohstoff. Für B2B-Anwender ist das wichtig: Zwei Hydrolysate mit ähnlichem Gesamtstickstoff können sich in freiem Aminosäureanteil, Peptidgrößenverteilung, Farbe, Geruch, Salzlast, Kompatibilität mit Mikronährstoffen und Filtrierbarkeit deutlich unterscheiden. Studien zur Gewinnung freier Aminosäuren aus Boarfish mittels enzymatischer Hydrolyse zeigen, dass die Freisetzung freier Aminosäuren als eigenes Prozessziel betrachtet werden kann und nicht automatisch mit jeder Hydrolyse identisch ausfällt <sup>[5]</sup>.

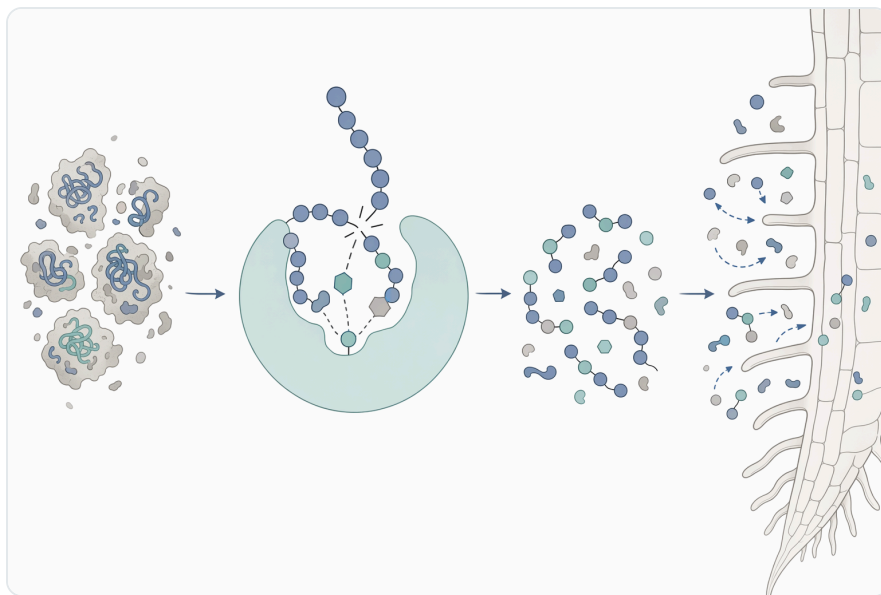
## Warum Wasserlöslichkeit bei Aminosäure-Düngern technisch so wichtig ist

Wasserlösliche Dünger müssen in der Anwendung gleichmäßig dosierbar bleiben. Bei Blattapplikation, Tropfbewässerung oder Mischungen mit mineralischen Nährstoffen können ungelöste Proteinpartikel Probleme verursachen: Filterbelastung, Sedimentbildung, uneinheitliche Konzentration und sichtbare Rückstände auf Pflanzenoberflächen. Durch enzymatische Hydrolyse wird die Rohstoffmatrix in kleinere Einheiten zerlegt, wodurch sich ein höherer Anteil des organischen Stickstoffs in der

wässrigen Phase halten kann. Die Forschung zur Peptidextraktion aus Silberkarpfenschuppen zeigt beispielhaft, dass enzymatische Hydrolyse mit nachgeschalteter Trennung genutzt werden kann, um Peptidfraktionen aus schwerer zugänglichen Proteinmaterialien zu gewinnen [6].

Für feste wasserlösliche Pulver ist die gleiche Logik relevant. Ein Pulver, das beim Ansetzen rasch dispergiert und weniger unlösliche Rückstände bildet, ist für Anwender besser handhabbar als ein grober organischer Rohstoff. Das Enzym unterstützt dabei den vorgelagerten Aufschluss; die spätere Pulverqualität hängt zusätzlich von Konzentration, Trocknung, Trägerstoffen und Stabilisierung ab. Bei pflanzlichen Proteinen wird enzymatische Hydrolyse gezielt eingesetzt, um Funktionalität und Anwendungsbreite zu verändern, was den technologischen Nutzen über reine Nährstofffreisetzung hinaus erklärt [1].

Die Wasserlöslichkeit ist auch für Kombinationsprodukte entscheidend. Aminosäure-Hydrolysate werden häufig zusammen mit mineralischen Nährstoffen, Huminstoffen, Fulvinsäuren oder Spurenelementen formuliert. Untersuchungen an soilless angebautem Eisbergsalat zeigen, dass Kombinationen aus Fulvinsäure, Aminosäuren und Vermicompost Ertrag und Nährstoffprofil beeinflussen können; für Formulierer ist daran relevant, dass Aminosäurekomponenten oft nicht isoliert, sondern in komplexen Nährstoffsystemen eingesetzt werden [7].



**Figure 2.** 가수분해는 기존 염을 단순히 용해하는 것이 아니라 피틴산 계열 기질에서 인산기를 점진적으로 제거한다.

## Einordnung der agronomischen Evidenz

---

Die stärkste Evidenz für dieses Enzym liegt auf der Verarbeitungsseite: Enzyme können Proteinrohstoffe hydrolysieren und dadurch Peptide sowie freie Aminosäuren erzeugen. Die agronomische Evidenz betrifft dagegen die Endprodukte, also Aminosäure-Dünger, Protein-Hydrolysate oder Biostimulanzen. Eine systematische Übersichtsarbeit zu Aminosäure-Düngern bewertet Effekte auf Pflanzenwachstum, Produktivität und Bodengesundheit und zeigt, dass diese Produktgruppe wissenschaftlich breit untersucht wird [\[3\]](#).

Einzelstudien liefern Hinweise auf konkrete Anwendungskontexte. Bei erdnussbasierten Versuchen wurde ein Aminosäure-Biostimulans mit Surfactant im Hinblick auf Wachstum und Ertrag bewertet. Solche Arbeiten sind für die Praxis nützlich, weil sie zeigen, dass Aminosäureprodukte nicht nur als Stickstoffquelle, sondern als funktionelle Formulierungsbestandteile betrachtet werden. Gleichzeitig bleibt offen, wie stark der jeweilige Effekt durch Aminosäuren, Hilfsstoffe, Applikationstechnik oder Standortbedingungen verursacht wurde [\[8\]](#).

Auch Stresssituationen sind ein wichtiger Forschungsbereich. Bei *Trifolium alexandrinum* unter Manganstress wurden exogene Taurin-Gaben hinsichtlich Wachstum, Photosynthese, oxidativem Stress, antioxidativen Enzymen und Nährstoffakkumulation untersucht. Taurin ist keine Standard-Aminosäure in Proteinen, gehört aber chemisch zu den aminosäureähnlichen Verbindungen; die Studie zeigt, dass organische Aminoverbindungen in Stressphysiologie und Nährstoffhaushalt von Pflanzen relevant sein können [\[9\]](#).

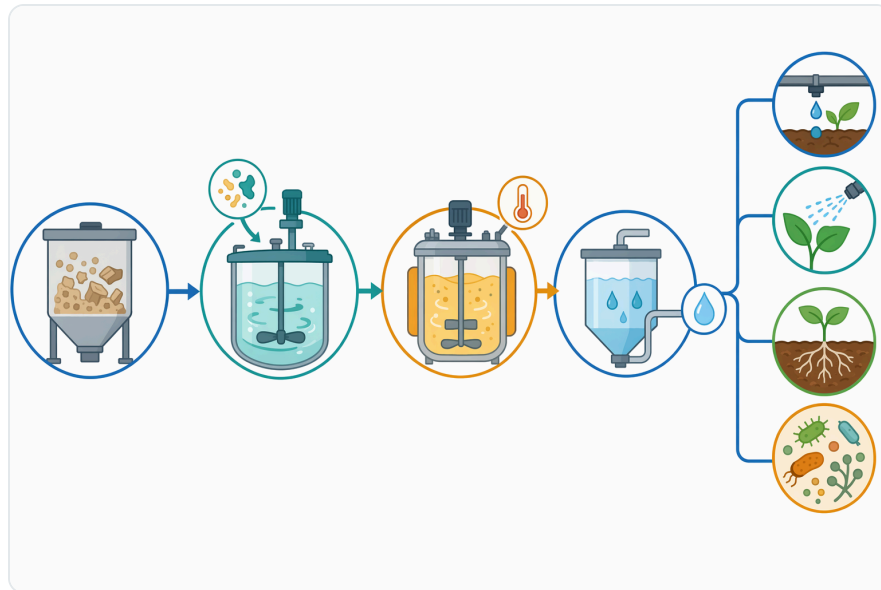
Für Kartoffel liegen neuere Daten zu kombinierten Strategien vor: Eine Untersuchung zu sequenzieller NPK-Blattversorgung und Aminosäure-Supplementierung unter wasserlimitierenden Bedingungen betrachtete Wachstum, Ertrag und Kohlenhydrate in Knollen. Das ist ein gutes Beispiel für die realistische Positionierung von Aminosäuren: Sie ersetzen keine Grunddüngung, sondern können in Kombination mit NPK-Programmen und Stressmanagement eingesetzt werden [\[10\]](#).

Huminstoffbasierte Blattdünger sind ein verwandtes Feld, weil sie häufig mit Aminosäuren oder Protein-Hydrolysaten kombiniert werden. In Kartoffeln wurden huminsäurebasierte Blattdünger hinsichtlich Ertrag, Knollenqualität und Nährstoffnutzungseffizienz untersucht. Für Aminosäure-Hydrolysate bedeutet das: Die Wirkung organischer Düngerbestandteile ist häufig an Nährstoffaufnahme, Blattphysiologie und Formulierungskontext gekoppelt, nicht an einen isolierten Inhaltsstoff allein [\[11\]](#).

## Vergleich: Rohstoff, enzymatisches Hydrolysat und fertiger Aminosäure-Dünger

| Aspekt                   | Proteinreicher Ausgangsrohstoff                                    | Enzymatisches Aminosäure-/Peptid-Hydrolysat                                  | Fertiger wasserlöslicher Aminosäure-Dünger                                                          |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hauptfunktion im Prozess | Quelle für organisch gebundenen Stickstoff und Aminosäurebausteine | Zwischenprodukt nach enzymatischem Proteinaufschluss                         | Anwendungsfertige oder weiter verdünnbare Düngemittelformulierung                                   |
| Molekülstruktur          | Lange Proteine, Aggregate, rohstofftypische Begleitmatrix          | Kürzere Peptide und freie Aminosäuren, abhängig von Rohstoff und Prozess     | Eingestellte Kombination aus Hydrolysat, Nährstoffen, Hilfsstoffen und ggf. organischen Komponenten |
| Wasserverhalten          | Häufig begrenzte Löslichkeit oder Sedimentbildung                  | Bessere Dispergierbarkeit und potenziell höhere lösliche organische Fraktion | Muss für Blattapplikation, Fertigation oder Pulveransatz technisch stabil sein                      |
| Rolle des Enzyms         | Noch nicht wirksam, solange kein Prozesskontakt besteht            | Katalysiert die Spaltung von Peptidbindungen                                 | Im Endprodukt meist nicht der primäre Wirkstoff, sondern Teil der Herstellhistorie                  |
| Evidenzbasis             | Rohstoffanalytik und Proteinchemie                                 | Gut belegt durch Studien zur enzymatischen Proteinhydrolyse <sup>[1]</sup>   | Agronomische Wirkung ist kultur- und formulierungsabhängig <sup>[3]</sup>                           |

Diese Unterscheidung verhindert Fehlinterpretationen. Ein Hydrolysat ist nicht automatisch ein gutes Handelsprodukt, nur weil Proteine gespalten wurden. Umgekehrt kann ein ausgereiftes Endprodukt deutlich mehr leisten als die Summe seiner Aminosäuren, wenn Mineralnährstoffe, organische Säuren, Huminstoffe, Netzmittel oder Stabilisierung sinnvoll zusammenspielen. Studien mit Fulvinsäure, Aminosäuren und Vermicompost in Salat unterstreichen, dass kombinierte organische und mineralische Nährstoffsysteme als Ganzes bewertet werden müssen <sup>[7]</sup>.



**Figure 3.** 수용액 효소 처리는 무기 성분과 아미노산 성분을 수용성 비료 배합으로 최종화하기 전에 선택된 유기 영양 분획을 전환할 수 있다.

## Relevante Rohstoffklassen für enzymatische Hydrolyse

Pflanzliche Proteinrohstoffe sind für wasserlösliche Aminosäure-Dünger attraktiv, weil sie breit verfügbar sind und sich in organische oder organisch-mineralische Formulierungen einfügen. Soja ist ein häufiges Modellsubstrat in der Proteinverarbeitung. Die enzymatische Hydrolyse von Sojabohnenmehl verändert Struktur und in-vitro-Verhalten des Proteins; für Düngemittelhersteller ist daran besonders relevant, dass pflanzliche Proteinmatrices durch Enzyme technisch aufgeschlossen werden können <sup>[2]</sup>.

Marine und tierische Nebenströme sind ebenfalls bedeutend, vor allem wenn Kreislaufwirtschaft und Nebenproduktverwertung im Vordergrund stehen. Aus Silberkarpfenschuppen wurden Peptide durch enzymatische Hydrolyse und Membranfiltration gewonnen; aus Boarfish wurde die Bildung freier Aminosäuren durch enzymatische Hydrolyse modelliert. Beide Beispiele zeigen, dass Enzyme auch bei strukturell anspruchsvollen Rohstoffen eingesetzt werden, wenn das Ziel eine Peptid- oder Aminosäurefraktion ist <sup>[5]</sup>.

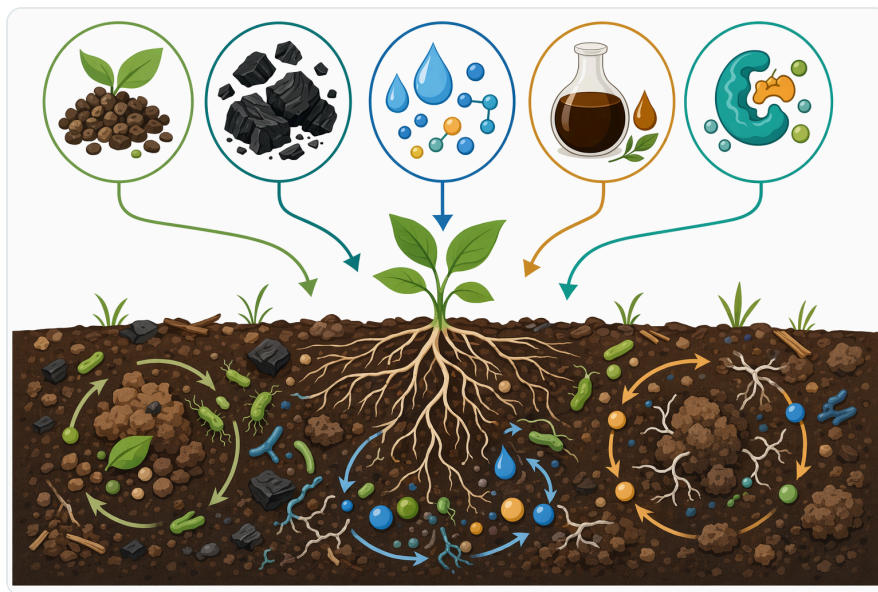
Algenmaterial kann zusätzlich spezielle organische Verbindungen enthalten. Bei Laminaria wurde eine enzymatische Hydrolyse im Zusammenhang mit der Gewinnung jodhaltiger Aminosäuren untersucht. Für Düngemittelanwendungen lässt sich daraus nicht automatisch eine Wirkung ableiten, aber es zeigt, dass enzymatische Prozesse auch bei marinen pflanzlichen Rohstoffen zur Freisetzung oder Extraktion aminosäurebezogener Komponenten eingesetzt werden können <sup>[12]</sup>.



Die Auswahl des Rohstoffs bestimmt viele Endprodukteigenschaften. Pflanzliche Proteine können andere Aminosäureprofile, Farbe und Geruchseigenschaften aufweisen als Fisch- oder Schlachtnebenprodukte. Kollagenreiche Materialien liefern andere Peptidmuster als globuläre Speicherproteine. Ein technisches Aminosäure-Dünger-Enzym ist deshalb immer in eine Rohstoffstrategie eingebettet und sollte nicht losgelöst von Substrat, Zielprodukt und Applikationsweg betrachtet werden <sup>[1]</sup>.

## Prozesslogik ohne Überfrachtung: Was im Ansatz tatsächlich passiert

Ein typischer Herstellansatz beginnt mit einer wässrigen Suspension oder Lösung des Proteinrohstoffs. Das Enzym muss physisch an die Proteinstrukturen gelangen; starke Agglomerate, Fettphasen oder unzureichende Durchmischung können den Kontakt begrenzen. Während der Hydrolyse nimmt die Zahl kürzerer Peptidketten zu, und je nach Enzymcharakter entstehen zusätzlich freie Aminosäuren. Bei Schweineleber-Hydrolysaten wurde die Kombination aus Vorbehandlung und enzymatischer Hydrolyse genutzt, um bioaktive und geschmacksbezogene Hydrolysate zu erzeugen; das verdeutlicht, dass mechanische oder physikalische Vorbehandlung die Enzymwirkung beeinflussen kann <sup>[4]</sup>.



**Figure 4.** 비료 성능은 토양 효소, 유기 탄소, 미생물, 뿌리, 영양소 형태가 관여하는 생화학적 순환과 연결되어 있다.

Der Prozess wird beendet, wenn das gewünschte Hydrolysatprofil erreicht ist oder wenn weitere Hydrolyse technologisch nachteilig wäre. Zu weit gehender Aufschluss kann beispielsweise sensorische Eigenschaften, Salzempfindlichkeit oder Stabilität beeinflussen; zu geringer Aufschluss kann unlösliche



Rückstände hinterlassen. In der Lebensmittel- und Proteinindustrie wird enzymatische Hydrolyse deshalb nicht als bloßes „Zersetzen“ verstanden, sondern als gezielte Strukturmodifikation mit definiertem Funktionsziel <sup>[1]</sup>.

Nach der Hydrolyse folgen je nach Produktkonzept Trennung, Konzentration, Stabilisierung oder Trocknung. Für Flüssigdünger stehen Filtrierbarkeit, Lagerstabilität, Mischbarkeit und mikrobiologische Kontrolle im Vordergrund. Für wasserlösliche Pulver kommen zusätzlich Trocknungsverhalten, Hygroskopie und Wiederauflösbarkeit hinzu. Studien zur Peptidextraktion mit enzymatischer Hydrolyse und Membranfiltration zeigen, dass die Hydrolyse oft nur ein Schritt in einer längeren Aufarbeitungskette ist <sup>[6]</sup>.

Dieses Dokument nennt bewusst keine Aktivitätseinheiten, Spezifikationswerte, Analysenmethoden oder Definitionen von Enzymaktivität. Für die betriebliche Handhabung sind die mitgelieferten Produktunterlagen maßgeblich. Bei Bestellung über Enzymes.bio werden CoA und SDS mitgeliefert; Enzymes.bio stellt das Produkt als Lieferant bereit und ist nicht als Hersteller oder Prüflabor zu verstehen.

## **Anwendungen in wasserlöslichen Düngemitteln und Biostimulanzen**

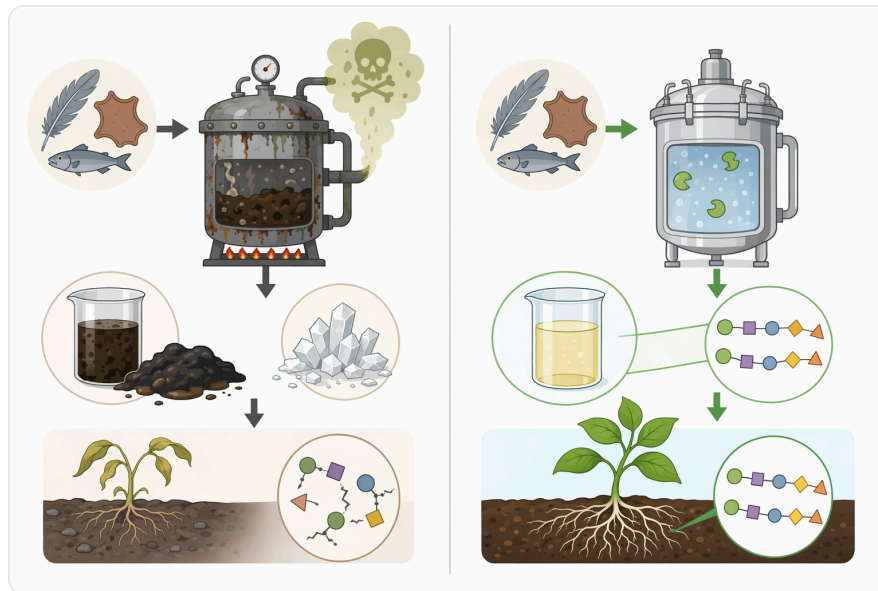
---

Die direkteste Anwendung ist die Herstellung flüssiger Aminosäure-Dünger. Das Hydrolysat kann als organische Stickstoff- und Aminosäurekomponente dienen und mit mineralischen Nährstoffen kombiniert werden. In der Praxis sind solche Produkte für Blattapplikation, Fertigation oder Bodenanwendung interessant, weil sie sich in bestehende Nährstoffprogramme einfügen lassen. Die systematische Review zu Aminosäure-Düngern zeigt, dass Forschung und Anwendung nicht nur Ertrag, sondern auch Pflanzenwachstum und Bodengesundheit betrachten <sup>[3]</sup>.

Eine zweite Anwendung ist die Herstellung wasserlöslicher Pulver. Dabei wird das Hydrolysat nach der Reaktion weiter konzentriert und getrocknet. Für B2B-Anwender kann diese Produktform Vorteile bei Lagerung, Transport und Dosierung bieten. Die technische Herausforderung besteht darin, ein Pulver zu erzeugen, das sich beim Wiederansatz gut löst und keine störenden unlöslichen Fraktionen einträgt. Die enzymatische Hydrolyse pflanzlicher Proteine wird allgemein genutzt, um Funktionalität zu erweitern und Proteinmaterialien für neue Anwendungen besser zugänglich zu machen <sup>[1]</sup>.

Eine dritte Anwendung sind organisch-mineralische Formulierungen mit Mikronährstoffen. Aminosäure- und Peptidfraktionen können in solchen Produkten als organische Begleitmatrix wirken. Die konkrete Kompatibilität hängt jedoch von pH-Bereich, Salzlast, Metallionen, organischen Säuren und Stabilisatoren ab. Aus agronomischer Sicht sind kombinierte Systeme relevant: In Kartoffeln

wurden beispielsweise huminsäurebasierte Blattdünger hinsichtlich Nährstoffaufnahmeeffizienz, Ertrag und Qualität untersucht, was die Bedeutung komplexer Formulierungsumgebungen verdeutlicht [11].



**Figure 5.** 무기염, 아미노산 원료, 축매 효소, 부식질 물질, 바이오차 개량제는 주요 기능과 작용 메커니즘이 서로 다르다.

Eine vierte Anwendung ist die Entwicklung von Biostimulanzien. Aminosäurebasierte Produkte werden in Versuchen oft nicht allein als Nährstoffträger, sondern als Stress- oder Wachstumsmodulatoren untersucht. Bei Erdnuss wurde ein Aminosäure-Biostimulans mit Surfactant im Zusammenhang mit Wachstum und Ertrag bewertet; solche Studien zeigen, warum Formulierer Aminosäuren häufig mit Netzmitteln, Nährstoffen oder organischen Komponenten kombinieren [8].

## Mechanismen in der Pflanze: realistisch statt überzogen

Aminosäure-Dünger können Pflanzen über mehrere plausible Wege beeinflussen. Erstens liefern sie organisch gebundenen Stickstoff in einer Form, die in pflanzliche und mikrobielle Stoffwechselprozesse eingebunden werden kann. Zweitens können freie Aminosäuren und kleine Peptide als Bausteine oder Signalmoleküle im Stress- und Wachstumsstoffwechsel eine Rolle spielen. Drittens verändern organische Düngerbestandteile häufig den Wurzelraum, weil sie auch Mikroorganismen und Nährstoffmobilisierung beeinflussen. Die systematische Review zu Aminosäure-Düngern fasst solche Effekte über Pflanzenwachstum, Produktivität und Bodengesundheit hinweg zusammen [3].

Unter Stressbedingungen wird die Wirkung besonders differenziert. Pflanzen reagieren auf Wassermangel, Salz, Schwermetalle oder Nährstoffungleichgewichte mit veränderter Photosynthese, Osmoregulation und antioxidativen Systemen. Die Taurin-Studie an *Trifolium alexandrinum* unter

Manganstress zeigt, dass aminobezogene Verbindungen Wachstum, Photosynthese, oxidativen Stress, antioxidative Enzyme und Nährstoffakkumulation beeinflussen können. Daraus folgt nicht, dass jedes Aminosäure-Hydrolysat denselben Effekt hat, aber es stützt die Relevanz dieses Stoffwechselbereichs [9].

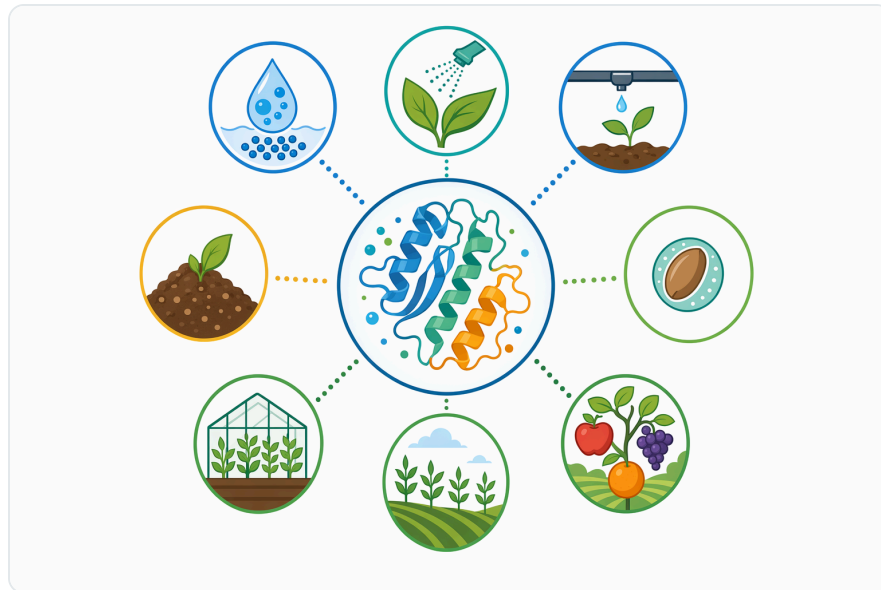
Bei Kartoffeln unter wasserlimitierenden Bedingungen wurde die Kombination aus NPK-Blattversorgung und Aminosäure-Supplementierung untersucht. Das ist praxisnah, weil Wasserdefizit selten isoliert auftritt: Es verändert Nährstofftransport, Assimilatverteilung und Knollenbildung gleichzeitig. Aminosäuren sind in solchen Systemen am sinnvollsten als Teil einer integrierten Nährstoffstrategie einzuordnen, nicht als Ersatz für Grundversorgung oder Bewässerungsmanagement [10].

Auch im Substratanbau können Aminosäurekombinationen relevant sein. In soilless Eisbergsalat wurden Fulvinsäure, Aminosäuren und Vermicompost im Hinblick auf Ertrag und Nährstoffprofil untersucht. Gerade in Substratsystemen, in denen organische Pufferung und mikrobielle Aktivität anders funktionieren als im Feldboden, kann die Formulierung des Aminosäureprodukts einen großen Unterschied machen [7].

## Grenzen, Risiken und sinnvolle Erwartungen

---

Die wichtigste Grenze: Ein Enzym löst ein Verarbeitungsproblem, nicht automatisch ein Feldproblem. Es kann helfen, Proteine in wasserlöslichere Peptid- und Aminosäurefraktionen zu überführen. Ob daraus ein leistungsfähiger Dünger entsteht, hängt von Formulierung und Anwendung ab. Die wissenschaftliche Literatur zu Aminosäure-Düngern ist breit, aber heterogen; eine systematische Review ist deshalb hilfreicher als einzelne Erfolgsbeispiele, weil sie die Produktgruppe über viele Kontexte hinweg betrachtet [3].



**Figure 6.** 이 효소는 수용성 처리, 아미노산 배합, 유기 원료의 고도화, 또는 제어 환경 영양 관리에서 유기 인 전환이 필요한 경우에 가장 관련성이 높다.

Zweitens sind Hydrolysate chemisch komplex. Neben gewünschten Peptiden und Aminosäuren können Salze, Fette, Pigmente, Geruchsstoffe, Mineralien oder nicht hydrolysierte Feststoffe enthalten sein. Diese Begleitstoffe können für manche Anwendungen unproblematisch sein, für andere aber die Stabilität, Farbe, Mischbarkeit oder Anwenderakzeptanz begrenzen. Die Forschung zu verschiedenen Proteinrohstoffen zeigt, dass enzymatische Hydrolyse das Material verändert, aber nicht alle rohstofftypischen Eigenschaften verschwinden lässt <sup>[2]</sup>.

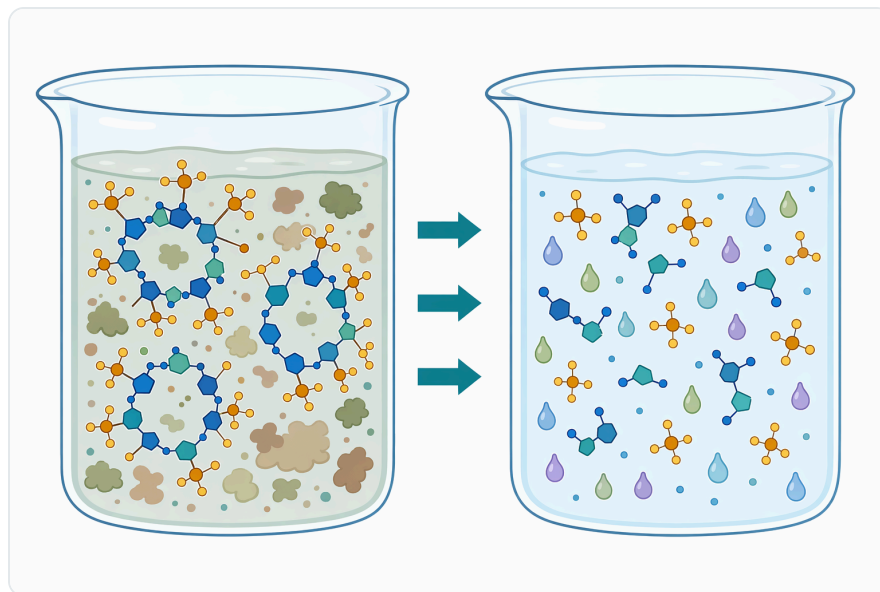
Drittens sollten agronomische Aussagen nicht vom Enzym direkt auf den Ertrag übertragen werden. Eine Studie zu einem Aminosäure-Biostimulans mit Surfactant oder zu NPK plus Aminosäuren unter Wasserdefizit untersucht ein konkretes Produkt- und Anwendungssystem. Daraus lässt sich ableiten, dass Aminosäurekomponenten relevant sein können; es beweist aber nicht, dass jedes enzymatisch erzeugte Hydrolysat in jeder Kultur eine Ertragssteigerung bewirkt <sup>[8]</sup>.

Viertens sind Kompatibilität und Stabilität formulierungsabhängig. Ein Hydrolysat kann in einer einfachen wässrigen Lösung stabil erscheinen, sich aber in Gegenwart hoher Salzkonzentrationen, bestimmter Metallionen oder extremer pH-Bedingungen anders verhalten. Das gilt besonders für organisch-mineralische Produkte und Mikronährstoffmischungen. Studien zu huminsäurebasierten Blattdüngern und Aminosäurekombinationen zeigen, dass organische Komponenten in komplexen Düngesystemen bewertet werden müssen <sup>[11]</sup>.

## Praktische Positionierung für B2B-Anwender

Für Hersteller und Formulierer von wasserlöslichen Düngern ist das Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme vor allem dann relevant, wenn ein vorhandener Proteinrohstoff in eine besser lösliche, besser verarbeitbare organische Stickstofffraktion überführt werden soll. Typische Zielprodukte sind flüssige Aminosäure-Dünger, wasserlösliche Pulver, organisch-mineralische Blattdünger, Fertigation-Produkte und Biostimulanzen. Die technologische Grundlage entspricht der enzymatischen Hydrolyse, wie sie auch bei pflanzlichen Proteinen und anderen Proteinrohstoffen zur Eigenschaftsmodifikation beschrieben wird <sup>[1]</sup>.

Ein sinnvoller Erwartungsrahmen lautet: Das Enzym unterstützt die Herstellung des Hydrolysats; die Endformulierung entscheidet über Markt- und Feldleistung. Wer ein sehr klares, filtrierbares Produkt benötigt, wird Rohstoffauswahl und Nachbehandlung anders bewerten als jemand, der ein organisches Bodenprodukt mit breiter Begleitmatrix formuliert. Wer ein Blattprodukt entwickelt, muss Rückstände, Oberflächenspannung und Mischbarkeit stärker berücksichtigen als bei einer bodennahen Anwendung. Studien zu Aminosäureprodukten in Erdnuss, Kartoffel oder Salat zeigen, dass Applikationskontext und Begleitformulierung die Interpretation der Wirkung maßgeblich prägen <sup>[7]</sup>.



**Figure 7.** 효소 처리는 피틴산을 포함한 혼합물을 더 작은 인 중간체와 방출된 인산염 쪽으로 변화시킨다.

Für Enzymes.bio ist dabei die Lieferantenrolle klar abzugrenzen. Enzymes.bio verkauft das Produkt in 1-kg-Einheiten direkt online und stellt die zugehörigen Unterlagen bei der Bestellung bereit. Das Unternehmen ist nicht Hersteller und nicht Labor; dieses Dokument beschreibt daher die technische Anwendungskategorie und die wissenschaftliche Einordnung, nicht eine herstellereinspezifische Prozessvalidierung.

## Sicherheit, Lagerung und Dokumentation

---

Enzyme sind biologische Katalysatoren und sollten sachgerecht gehandhabt werden. Staubbildung, unnötiger Haut- oder Augenkontakt und ungeeignete Lagerbedingungen sind grundsätzlich zu vermeiden; konkrete Hinweise ergeben sich aus dem Sicherheitsdatenblatt. Da Enzyme durch extreme Bedingungen inaktiviert oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden können, sollten Verarbeitung, Lagerung und Dosierung im Betrieb mit den jeweiligen Produktunterlagen abgestimmt werden. CoA und SDS werden bei Bestellung über Enzymes.bio mitgeliefert.

Für die interne Dokumentation ist wichtig, das Enzym als Prozesshilfsmittel zu erfassen. Die Qualitätsbewertung des daraus hergestellten Düngers erfolgt über dessen Zusammensetzung, Stabilität, Löslichkeit, Pflanzenverträglichkeit und regulatorische Einordnung. Die wissenschaftliche Grundlage für die Verarbeitung ist die enzymatische Proteinhydrolyse; die agronomische Beurteilung betrifft anschließend das formulierte Aminosäureprodukt und seine Anwendung in der jeweiligen Kultur <sup>[3]</sup>.

## Kernaussage

---

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme ist ein technisches Werkzeug zur Herstellung wasserlöslicher Aminosäure- und Peptidfraktionen aus proteinreichen Rohstoffen. Es unterstützt die enzymatische Spaltung von Proteinen, wodurch Hydrolysate entstehen können, die sich besser für flüssige Aminosäure-Dünger, wasserlösliche Pulver, organisch-mineralische Formulierungen und Biostimulanzien eignen <sup>[1]</sup>.

Die Forschung stützt klar den Mechanismus der enzymatischen Proteinhydrolyse und zeigt, dass Aminosäure-Dünger in vielen agronomischen Kontexten untersucht werden. Die konkrete Leistung eines Endprodukts bleibt jedoch abhängig von Rohstoff, Prozessführung, Formulierung, Kulturpflanze und Anwendung. Enzymes.bio liefert das Produkt als 1-kg-Onlineartikel; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert.

### Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme online bestellen

Verkauf in 1 kg-Einheiten, ab Lager und versandbereit. Bestellen Sie direkt in unserem Shop — bezahlen Sie online, wir bearbeiten Ihre Bestellung. Ein Analysenzertifikat und ein Sicherheitsdatenblatt liegen jeder Bestellung bei.

**Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme kaufen →**

## Referenzen

---

Nummeriert nach Reihenfolge der Erstzitation. Open-Access-Quellen, jeweils zum Veröffentlichungszeitpunkt auf Erreichbarkeit geprüft; die Zitationsnummern im Text verlinken hierher:

1. Gasparre, N., Rosell, C. M., & Boukid, F. (2024). Enzymatic Hydrolysis of Plant Proteins: Tailoring Characteristics, Enhancing Functionality, and Expanding Applications in the Food Industry. *Food and Bioprocess Technology*, 18, 3272 - 3287.
2. Wang, D., Du, H., Dang, X., Zhao, Y., Zhang, J., Liu, R., Ge, Z., ... et al. (2024). Enzymatic hydrolysis processing of soybean meal altered its structure and in vitro protein digestive dynamics in pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 11.
3. Raidasari, F., Sofyan, E., Devnita, R., Joy, B., Citraresmini, A., & Wicaksono, F. Y. (2025). Effects of Amino Acid Fertilizers on Plant Growth, Crop Productivity and Soil Health: A Systematic Review. *Journal of Experimental Agriculture International*.
4. López-Martínez, M. I., Toldrá, F., & Mora, L. (2024). Sequential Enzymatic Hydrolysis and Ultrasound Pretreatment of Pork Liver for the Generation of Bioactive and Taste-Related Hydrolyzates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72, 15693 - 15703.
5. Ojha, K. S., Álvarez, C., Kumar, P., O'Donnell, C., & Tiwari, B. (2016). Effect of enzymatic hydrolysis on the production of free amino acids from boarfish (*Capros aper*) using second order polynomial regression models. *Lwt - Food Science and Technology*, 68, 470-476.
6. Xiao-Zu, Huang, Y., Ya-Zhao, Xiong, G., Liao, T., & Li, H. (2023). Peptide extraction from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) scales via enzymatic hydrolysis and membrane filtration. *Italian Journal of Food Science*.
7. Keskin, B., Akhoundnejad, Y., Dasgan, H. Y., & Gruda, N. (2025). Fulvic Acid, Amino Acids, and Vermicompost Enhanced Yield and Improved Nutrient Profile of Soilless Iceberg Lettuce. *Plants*, 14.
8. N, M. B. Y., U, J., Lakshmi, P. V., D.S., S., & Sharma, R. K. (2025). Evaluation of Amino Acid Based Biostimulant with Surfactant on Groundnut Growth and Yield. *International Journal of Plant & Soil Science*.
9. Hafeez, A., Rasheed, R., Ashraf, M., Rizwan, M., & Ali, S. (2022). Effects of exogenous taurine on growth, photosynthesis, oxidative stress, antioxidant enzymes and nutrient accumulation by *Trifolium alexandrinum* plants under manganese stress. *Chemosphere*, 308 Pt 3, 136523 .
10. Kenzhaliyeva, B., Daldabayeva, G., Shamshina, G., Suleimenova, N., Zhumatayeva, Z., Abdukerim, R., Amangeldi, N., ... et al. (2026). Sequential foliar NPK nutrition and amino acid supplementation mitigate plant-available water deficit effects on growth, yield, and tuber carbohydrates of potato under greenhouse conditions. *Eurasian Journal of Soil Science*.
11. Abitova, B., Maxotova, A., Yeleuova, E., Tastanbekova, G., Bayadilova, G., Ibadullayeva, S., Zhussupova, L., ... et al. (2025). Effect of foliar-applied humic acid-based fertilizers on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield, tuber quality, and nutrient uptake efficiency, with implications for sustainable fertilization. *Eurasian Journal of Soil Science*.
12. Wang, X., Xu, J., Wang, L., Gao, X., Fu, X., & Zhao, Y. (2019). Optimization of Microwave-Ultrasound-assisted Enzymatic Hydrolysis extraction of iodine amino acids in laminaria by high performance liquid chromatography with a photodiode array detector. *Algal Research*.



## Enzymes.bio kontaktieren

Fragen zu einer Bestellung? Unser Team hilft Ihnen gerne weiter.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFON (USA) **+1 (507) 428-6057**

**Kontakt aufnehmen →**



**400+** B2B-Kunden



**60+** universitäre Forschungspartner



**54** weltweit beliefert

© 2026 Enzymes.bio · Enzymlieferant für Industrie & Lebensmittelverarbeitung · Nicht zum menschlichen Verzehr oder für den Einzelverkauf.